

4/3/12 (Item 12 from file: 351)
 DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
 (c) 2006 Thomson Derwent. All rts. reserv.

010067200 **Image available**
 WPI Acc No: 1994-334913/199442
 Related WPI Acc No: 1999-582973; 2004-606317
 XRAM Acc No: C94-152315
 XRPX Acc No: N94-263015

**Gallium nitride-based III-V group compound semiconductor device -
 provided with an electrode that establishes an ohmic contact directly
 with a gallium nitride-based III-V compound semiconductor layer**
 Patent Assignee: NICHIA KAGAKU KOGYO (NICH-N); NICHIA CORP (NICH-N); NICHIA
 KAGAKU KOGYO KK (NICH-N)

Inventor: NAKAMURA S; SENO H M; YAMADA T; BANDO K; YAMADA M

Number of Countries: 010 Number of Patents: 041

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week	
EP 622858	A2	19941102	EP 94106587	A	19940427	199442	B
JP 6314822	A	19941108	JP 93124890	A	19930428	199504	
JP 6338632	A	19941206	JP 93129313	A	19930531	199508	
JP 7045867	A	19950214	JP 93207274	A	19930728	199516	
JP 7094782	A	19950407	JP 93234684	A	19930921	199523	
JP 7094783	A	19950407	JP 93234685	A	19930921	199523	
JP 7106633	A	19950421	JP 93253171	A	19931008	199525	
JP 7221103	A	19950818	JP 948727	A	19940128	199542	
EP 622858	A3	19950517				199546	
JP 7254733	A	19951003	JP 94302586	A	19941207	199549	
US 5563422	A	19961008	US 94234001	A	19940428	199646	
CN 1102507	A	19950510	CN 94106935	A	19940428	199726	
US 5652434	A	19970729	US 94234001	A	19940428	199736	
			US 96665759	A	19960617		
JP 10084135	A	19980331	JP 93207274	A	19930728	199823	
			JP 97277251	A	19930728		
JP 10117017	A	19980506	JP 93129313	A	19930531	199828	
			JP 97330959	A	19930531		
US 5767581	A	19980616	US 94234001	A	19940428	199831	
			US 96670242	A	19960617		
US 5877558	A	19990302	US 94234001	A	19940428	199916	
			US 96670242	A	19960617		
			US 97995167	A	19971219		
CN 1213863	A	19990414	CN 94106935	A	19940428	199933	
			CN 98118311	A	19940428		
EP 622858	B1	20000712	EP 94106587	A	19940427	200036	
			EP 99114356	A	19940427		
US 6093965	A	20000725	US 94234001	A	19940428	200038	
			US 96670242	A	19960617		
			US 97995167	A	19971219		
			US 98209826	A	19981211		
DE 69425186	E	20000817	DE 94625186	A	19940427	200047	
			EP 94106587	A	19940427		
KR 225612	B1	19991015	KR 949055	A	19940417	200110	
			KR 9822092	A	19980612		
TW 403945	A	20000901	TW 94103775	A	19940427	200112	
US 6204512	B1	20010320	US 94234001	A	19940428	200118	
			US 96670242	A	19960617		
			US 97995167	A	19971219		
			US 98209826	A	19981211		
			US 99448479	A	19991124		
JP 2001203389	A	20010727	JP 94302586	A	19941207	200148	
			JP 2000381850	A	19941207		
US 20010022367	A1	20010920	US 94234001	A	19940428	200156	
			US 96670242	A	19960617		
			US 97995167	A	19971219		
			US 98209826	A	19981211		
			US 99448479	A	19991124		
			US 2001750912	A	20010102		
KR 286576	B	20010416	KR 949055	A	19940427	200218	

			KR 9822093	A	19980612	
KR 286699	B	20010416	KR 949055	A	19940427	200218
KR 286700	B	20010502	KR 949055	A	19940427	200220
			KR 9822091	A	19980612	
US 6507041	B2	20030114	US 94234001	A	19940428	200313
			US 96670242	A	19960617	
			US 97995167	A	19971219	
			US 98209826	A	19981211	
			US 99448479	A	19991124	
			US 2001750912	A	20010102	
US 20030094620	A1	20030522	US 94234001	A	19940428	200336
			US 96670242	A	19960617	
			US 97995167	A	19971219	
			US 98209826	A	19981211	
			US 99448479	A	19991124	
			US 2001750912	A	20010102	
			US 2002292583	A	20021113	
US 6610995	B2	20030826	US 94234001	A	19940428	200357 N
			US 96670242	A	19960617	
			US 97995167	A	19971219	
			US 98209826	A	19981211	
			US 99448479	A	19991124	
			US 2001750912	A	20010102	
			US 2002292583	A	20021113	
US 20040095977	A1	20040520	US 94234001	A	19940428	200434
			US 96670242	A	19960617	
			US 97995167	A	19971219	
			US 98209826	A	19981211	
			US 99448479	A	19991124	
			US 2001750912	A	20010102	
			US 2002292583	A	20021113	
			US 2003609410	A	20030701	
CN 1482690	A	20040317	CN 98118311	A	19940428	200437
			CN 2003145867	A	19940428	
CN 1484325	A	20040324	CN 98118311	A	19940428	200437
			CN 2003145868	A	19940428	
CN 1484326	A	20040324	CN 98118311	A	19940428	200437
			CN 2003145869	A	19940428	
CN 1484327	A	20040324	CN 98118311	A	19940428	200437
			CN 2003145870	A	19940428	
CN 1046375	C	19991110	CN 94106935	A	19940428	200461
EP 622858	B2	20040929	EP 94106587	A	19940427	200464
			EP 99114356	A	19940427	
US 20060006399	A1	20060112	US 94234001	A	19940428	200605
			US 96670242	A	19960617	
			US 97995167	A	19971219	
			US 98209826	A	19981211	
			US 99448479	A	19991124	
			US 2001750912	A	20010102	
			US 2002292583	A	20021113	
			US 2003609410	A	20030701	
			US 2005198465	A	20050808	
US 6998690	B2	20060214	US 94234001	A	19940428	200613
			US 96670242	A	19960617	
			US 97995167	A	19971219	
			US 98209826	A	19981211	
			US 99448479	A	19991124	
			US 2001750912	A	20010102	
			US 2002292583	A	20021113	
			US 2003609410	A	20030701	

Priority Applications (No Type Date): JP 948727 A 19940128; JP 93124890 A 19930428; JP 93129313 A 19930531; JP 93207274 A 19930728; JP 93234684 A 19930921; JP 93234685 A 19930921; JP 93253171 A 19931008; JP 948726 A 19940128; JP 97277251 A 19930728; JP 97330959 A 19930531

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
EP 622858	A2	E	31	H01L-033/00	
Designated States (Regional): DE FR GB IT NL					

JP 6314822	A	5	H01L-033/00	
JP 6338632	A	5	H01L-033/00	
JP 7045867	A	5	H01L-033/00	
JP 7094782	A	5	H01L-033/00	
JP 7094783	A	4	H01L-033/00	
JP 7106633	A	5	H01L-033/00	
JP 7221103	A	7	H01L-021/321	
JP 7254733	A	7	H01L-033/00	
US 5563422	A	23	H01L-029/06	
CN 1102507	A		H01L-023/58	
US 5652434	A	23	H01L-029/06	Div ex application US 94234001 Div ex patent US 5563422
JP 10084135	A	4	H01L-033/00	Div ex application JP 93207274
JP 10117017	A	5	H01L-033/00	Div ex application JP 93129313
US 5767581	A		H01L-029/78	Div ex application US 94234001 Div ex patent US 5563422
US 5877558	A		H01L-029/78	Div ex application US 94234001 Div ex application US 96670242 Div ex patent US 5563422 Div ex patent US 5767581
CN 1213863	A		H01L-033/00	Div ex application CN 94106935
EP 622858	B1 E		H01L-033/00	Related to application EP 99114356 Related to patent EP 952617
Designated States (Regional): DE FR GB IT NL				
US 6093965	A		H01L-029/78	Div ex application US 94234001 Div ex application US 96670242 Div ex application US 97995167 Div ex patent US 5563422 Div ex patent US 5767581 Div ex patent US 5877558 Based on patent EP 622858
DE 69425186	E		H01L-033/00	Div ex application KR 949055
KR 225612	B1		H01L-033/00	
TW 403945	A		H01L-021/24	
US 6204512	B1		H01L-029/72	Div ex application US 94234001 Div ex application US 96670242 Div ex application US 97995167 Div ex application US 98209826 Div ex patent US 5563422 Div ex patent US 5767581 Div ex patent US 5877558 Div ex patent US 6093965
JP 2001203389 A		7	H01L-033/00	Div ex application JP 94302586
US 20010022367 A1			H01L-033/00	Div ex application US 94234001 Div ex application US 96670242 Div ex application US 97995167 Div ex application US 98209826 Div ex application US 99448479 Div ex patent US 5563422 Div ex patent US 5767581 Div ex patent US 5877558 Div ex patent US 6093965 Div ex patent US 6204512
KR 286576	B		H01L-033/00	Div ex application KR 949055 Previous Publ. patent KR 94025052
KR 286699	B		H01L-033/00	Previous Publ. patent KR 94025052
KR 286700	B		H01L-033/00	Div ex application KR 949055 Previous Publ. patent KR 94025052
US 6507041	B2		H01L-029/72	Div ex application US 94234001 Div ex application US 96670242 Div ex application US 97995167 Div ex application US 98209826 Div ex application US 99448479 Div ex patent US 5563422 Div ex patent US 5767581 Div ex patent US 5877558 Div ex patent US 6093965 Div ex patent US 6204512
US 20030094620 A1			H01L-033/00	Div ex application US 94234001 Div ex application US 96670242

			Div ex application US 97995167
			Div ex application US 98209826
			Div ex application US 99448479
			Div ex application US 2001750912
			Div ex patent US 5563422
			Div ex patent US 5767581
			Div ex patent US 5877558
			Div ex patent US 6093965
			Div ex patent US 6204512
			Div ex patent US 6507041
US 6610995	B2	H01L-029/72	Div ex application US 94234001
			Div ex application US 96670242
			Div ex application US 97995167
			Div ex application US 98209826
			Div ex application US 99448479
			Div ex application US 2001750912
			Div ex patent US 5204512
			Div ex patent US 5563422
			Div ex patent US 5767581
			Div ex patent US 5877558
			Div ex patent US 6093965
			Div ex patent US 6507041
US 20040095977	A1	H01L-021/00	Div ex application US 94234001
			Div ex application US 96670242
			Div ex application US 97995167
			Div ex application US 98209826
			Div ex application US 99448479
			Div ex application US 2001750912
			Div ex application US 2002292583
			Div ex patent US 5563422
			Div ex patent US 5767581
			Div ex patent US 5877558
			Div ex patent US 6093965
			Div ex patent US 6204512
			Div ex patent US 6507041
			Div ex patent US 6610995
CN 1482690	A	H01L-033/00	Div ex application CN 98118311
CN 1484325	A	H01L-033/00	Div ex application CN 98118311
CN 1484326	A	H01L-033/00	Div ex application CN 98118311
CN 1484327	A	H01L-033/00	Div ex application CN 98118311
CN 1046375	C	H01L-033/00	
EP 622858	B2 E	H01L-033/00	Related to application EP 99114356
			Related to patent EP 952617
			Designated States (Regional): DE FR GB IT NL
US 20060006399	A1	H01L-029/02	Div ex application US 94234001
			Div ex application US 96670242
			Div ex application US 97995167
			Div ex application US 98209826
			Div ex application US 99448479
			Div ex application US 2001750912
			Div ex application US 2002292583
			Div ex application US 2003609410
			Div ex patent US 5563422
			Div ex patent US 5767581
			Div ex patent US 5877558
			Div ex patent US 6093965
			Div ex patent US 6204512
			Div ex patent US 6507041
			Div ex patent US 6610995
US 6998690	B2	H01L-027/14	Div ex application US 94234001
			Div ex application US 96670242
			Div ex application US 97995167
			Div ex application US 98209826
			Div ex application US 99448479
			Div ex application US 2001750912
			Div ex application US 2002292583
			Div ex patent US 5563422
			Div ex patent US 5767581
			Div ex patent US 5877558

Div ex patent US 6093965
Div ex patent US 6204512
Div ex patent US 6507041
Div ex patent US 6610995

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-045867

(43)Date of publication of application : 14.02.1995

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 05-207274

(71)Applicant : NICHIA CHEM IND LTD

(22)Date of filing : 28.07.1993

(72)Inventor : YAMADA TAKAO
SENOO MASAYUKI
NAKAMURA SHUJI

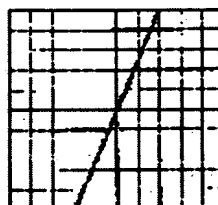
(54) ELECTRODE OF N-TYPE GALLIUM NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR LAYER

(57)Abstract:

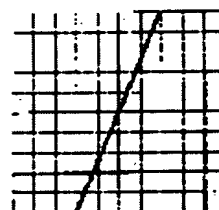
PURPOSE: To improve the light emitting efficiency and reliability of a light emitting element by providing an electrode which obtains an improved ohmic contact with n-type gallium nitride compound semiconductor and at the same time which cannot be modified easily on annealing when achieving the light emitting element using p-n junction gallium nitride compound semiconductor.

CONSTITUTION: In an electrode which is formed on n-type gallium nitride compound semiconductor surface and obtains the ohmic contact with n-type gallium nitride compound semiconductor, the electrode consists of an alloy of at least titanium and aluminum or a multilayer film where at least titanium and aluminum are laminated.

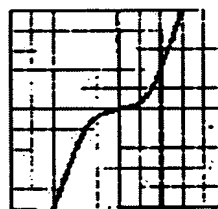
$x: 0.5 \text{ V/div}$
 $y: 50 \mu\text{A/div}$



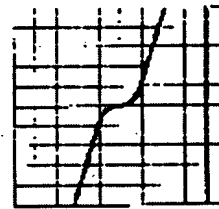
A



B



C



D

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.04.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2783349

[Date of registration]

22.05.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-45867

(43) 公開日 平成7年(1995)2月14日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 L 33/00

識別記号

片内整理番号

C . 7376-4M

E 7376-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-207274

(22) 出願日 平成5年(1993)7月28日

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 山田 孝夫

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72) 発明者 妹尾 雅之

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72) 発明者 中村 修二

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

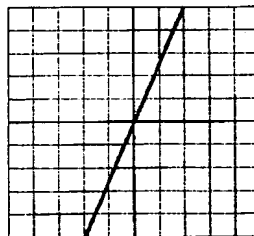
(54) 【発明の名称】 n型窒化ガリウム系化合物半導体層の電極

(57) 【要約】

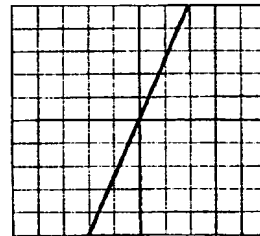
【目的】 p-n接合の窒化ガリウム系化合物半導体を用いた発光素子を実現するにあたり、n型窒化ガリウム系化合物半導体と良好なオーミック接触が得られると共にアニーリング時に変質しにくい電極を提供することにより、発光素子の発光効率および信頼性を高める。

【構成】 n型窒化ガリウム系化合物半導体層表面に形成され、n型窒化ガリウム系化合物半導体層とオーミック接触が得られた電極であって、前記電極が少なくともチタンとアルミニウムとの合金よりなるか、または前記電極が少なくともチタンとアルミニウムとが積層された多層膜よりなる。

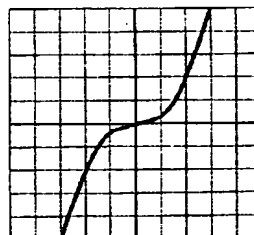
X: 0.5 V/div

Y: 50 μ A/div

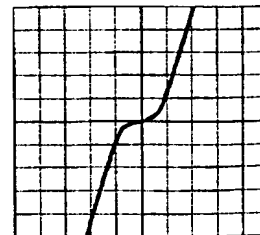
A



B



C



D

【特許請求の範囲】

【請求項1】 n型窒化ガリウム系化合物半導体層表面に形成され、n型窒化ガリウム系化合物半導体層とオーミック接触が得られた電極であって、前記電極が少なくともチタンとアルミニウムとの合金よりなるか、または前記電極が少なくともチタンとアルミニウムとが積層された多層膜よりなることを特徴とするn型窒化ガリウム系化合物半導体層の電極。

【請求項2】 前記多層膜は、n型窒化ガリウム系化合物半導体層と接する側がチタンであることを特徴とする請求項1に記載のn型窒化ガリウム系化合物半導体層の電極。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、発光ダイオード、レーザーダイオード等の発光素子に用いられるn型窒化ガリウム系化合物半導体の電極に係り、特に、n型窒化ガリウム系化合物半導体とオーミック接触が得られる電極に関する。

【0002】

【従来の技術】GaN、GaAlN、InGa_{0.5}N、InAlGa_{0.5}N等の窒化ガリウム系化合物半導体は直接遷移を有し、バンドギャップが1.95eV～6eVまで変化するため、発光ダイオード、レーザーダイオード等、発光素子の材料として有望視されている。現在、この材料を用いた発光素子には、n型窒化ガリウム系化合物半導体の上に、p型ドーパントをドーブした高抵抗なi型の窒化ガリウム系化合物半導体を積層したいわゆるMIS構造の青色発光ダイオードが知られている。

【0003】MIS構造の発光素子は発光強度、発光出力が非常に低く、また高抵抗なi層を発光層としているため順方向電圧(V_f)が20V以上と非常に高いために発光効率が悪く、実用化するには不十分であった。順方向電圧を下げ、発光効率を向上させて実用化を図るには、MISではなくp-n接合が有利であることは自明である。

【0004】ところで、最近窒化ガリウム系化合物半導体をp型とする技術が開発され、p-n接合の窒化ガリウム系化合物半導体の実現できるようになってきた。

(例えば、特開平2-257679号公報、特開平3-218325号公報、他文献)。

【0005】p-n接合の発光素子の実現できるようになると、順方向電圧を下げ、発光効率を高めるためにも、p層およびn層とオーミック接触の得られる電極材料が非常に重要である。しかしながら、従来のMIS構造の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極はi層とショットキーバリアを用いる構造であったため、n層のオーミック電極にはほとんど注意されていなかった。

【0006】例えば、MIS構造の素子のn層とオーミック接触を得る電極材料として、特開昭55-9442

号公報に、AlまたはAl合金が開示されている。その他、Inもよく使用されている。しかしながら、In、Alともn型窒化ガリウム系化合物半導体と十分なオーミック接触が得にくく、さらにまた電極形成時に、電極材料を窒化ガリウム系化合物半導体となじませるため、アニーリング装置を用いてアニールを行うのであるが、そのアニーリング時に装置内の残留酸素、水分等の雰囲気により電極が変質しやすいという問題があった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明はこのような事情を鑑み成されたもので、その目的とするところは、p-n接合の窒化ガリウム系化合物半導体を用いた発光素子を実現するにあたり、n型窒化ガリウム系化合物半導体と良好なオーミック接触が得られると共にアニーリング時に変質しにくい電極を提供することにより、発光素子の発光効率および信頼性を高めようとするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】我々はn型窒化ガリウム系化合物半導体層と良好なオーミック接触が得られ、アニール時に変質しにくい電極材料について、実験を重ねたところ、AlにTiを含有させることにより前記問題が解決できることを見いだした。即ち、本発明のn型窒化ガリウム系化合物半導体層の電極は、n型窒化ガリウム系化合物半導体層表面に形成され、n型窒化ガリウム系化合物半導体層とオーミック接触が得られた電極であって、前記電極が少なくともチタンとアルミニウムとの合金よりなるか、または前記電極が少なくともチタンとアルミニウムとが積層された多層膜よりなることを特徴とする。

【0009】本発明の電極は、Si、Ge、Se、S等のn型ドーパントをドーブしてn型特性を示すように成長した窒化ガリウム系化合物半導体層表面、またはノンドーブの窒化ガリウム系化合物半導体層表面に、蒸着、スパッタ等の技術により、チタンとアルミニウムよりなる合金膜を形成するか、またはチタンとアルミニウムよりなる多層膜を形成した後、アニーリングを行うことにより得ることができる。アニーリング温度は特に限定するものではないが、400℃以上、1200℃以下で行うことが好ましい。なぜなら、400℃よりも低いと、オーミック接触が得にくく、1200℃よりも高いと窒化ガリウム系化合物半導体が分解してしまうからである。

【0010】上記のように合金膜、または多層膜として形成した電極材料を、アニーリングすることにより、電極材料と窒化ガリウム系化合物半導体層との接触を良くしてオーミック接触を得ることができる。さらに、多層膜はアニーリング条件(主として熱)、チタンとアルミニウムそれぞれの層の膜厚等により多層膜の一部、または全部が合金化する。多層膜がアニーリングにより合金

化した場合、全体として電極はチタンとアルミニウムからなるオーミック電極となるが、例えばチタンが第1層目、アルミニウムが第2層目とはっきりと分離されたものではなく、前にも述べたように条件によっては電極層が合金化するため、チタンとアルミニウムが渾然一体となっている場合が多い。ただ、多層膜の場合、n型窒化ガリウム系化合物半導体層と接触する側の電極材料をチタンとした後、次にアルミニウムを形成して多層膜とする方が、再現性良くオーミック接触を得られるため、より好ましい。

【0011】チタンのアルミニウムに対する含有率は特に限定するものではなく、チタンと、アルミニウムとをどのような比率で混合しても、n型窒化ガリウム系化合物半導体層と再現性良くオーミック接触が得られ、非常に有利である。多層膜の場合、この含有率は多層膜を形成する膜厚の比を調整することにより変えることができる。

【0012】

【実施例】図1は、2インチφのサファイア基板上にSiをドーブしたn型Ga_{0.9}Al_{0.1}N層を成長させ、そのn型Ga_{0.9}Al_{0.1}N層の表面に、数々の電極材料を100μmφの大きさに、それぞれ千個蒸着して450℃でアニーリングした後、同一種類の電極間のI-V（電流-電圧）特性を全て測定してオーミック特性を調べた結果を示す図である。図1において、A、B、C、DはそれぞれA・TiとAlとを0.01:1の膜厚比で順に積層した電極、B・Tiを1%含むAl-Ti合金で形成した電極、C・n型層にTi単独で形成した電極、D・n型層にAl単独で形成した電極、のI-V特性を示す。

【0013】A～Dはそれぞれ代表的なI-V特性を示す図であるが、アルミニウムにチタンを含有させた電極はA、Bに示すようにn型Ga_{0.9}Al_{0.1}N層と完全にオーミック接触が得られており、電極千個の内オーミック接触が確認されないものはなかった。一方、チタン単独、もしくはアルミニウム単独の電極は、C、Dに示すようにいずれにおいてもオーミック接触は得られず、千個の内オーミック接触が確認されたものは、Dの電極の方に数個あっただけである。

【0014】さらにアニーリング後、電極表面の状態を

顕微鏡で観察したところ、CとDの電極表面はその90%以上が黒く変質していた。

【0015】図2は、同じく2インチφのサファイア基板の上にSiをドーブしたn型Ga_{0.9}Al_{0.1}N層を成長させ、そのn型Ga_{0.9}Al_{0.1}N層の表面にTiとAlとを膜厚比を変えて100μmφの大きさに千個蒸着して、450℃でアニーリングした後、同じく同一種類の電極間のI-V（電流-電圧）特性を測定してオーミック特性を調べた結果を示す図である。図2において、E、F、G、HはそれぞれE・TiとAlとを0.001:1の膜厚比で順に積層した電極、F・AlとTiとを0.001:1の膜厚比で順に積層した電極、G・TiとAlとを1:0.001の膜厚比で順に積層した電極、H・AlとTiとを1:0.001の膜厚比で順に積層した電極、のI-V特性を示している。

【0016】E～Hに示す図は、TiとAlの含有率にかかわらず、全てオーミック接触が得られていることを示しているが、特に、E、Gに示すTiを先に形成した電極は、千個全てそれぞれの図に示すようなオーミック接触が得られたが、F、Hに示すAlを先に形成した電極は、それぞれ数個オーミック接触が得られていないものが発見された。また、電極の変質は全ての電極について観察されなかった。

【0017】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の電極はn型窒化ガリウム系化合物半導体層と非常に良好なオーミック接触が得られ、さらに電極の変質がない。しかもオーミックが得られるチタンのアルミニウムに対する定まった含有率が無いため、電極形成時において非常に生産性も向上する。従って、p-n接合を用いた窒化ガリウム系化合物半導体を実現した際、n型層と電極とが完全にオーミック接触しているため、発光素子のV_fを下げ、発光効率を向上させることができ、電極の変質もないため発光素子の信頼性も格段に向上する。

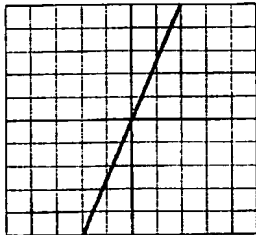
【図面の簡単な説明】

【図1】 n型窒化ガリウム系化合物半導体層に形成した電極の電流電圧特性を比較して示す図。

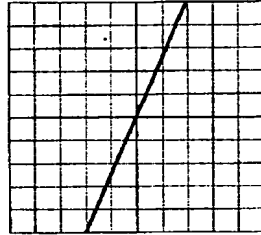
【図2】 本発明の一実施例にかかる電極の電流電圧特性を示す図。

【図1】

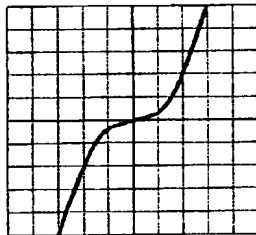
X: 0.5 V/div
Y: 50 μ A/div



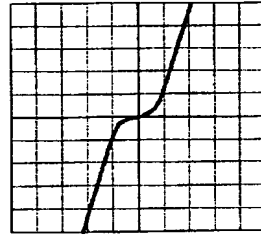
A



B



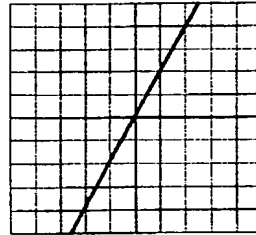
C



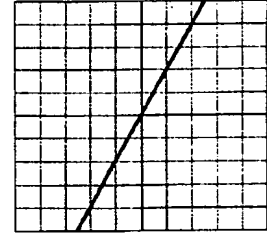
D

【図2】

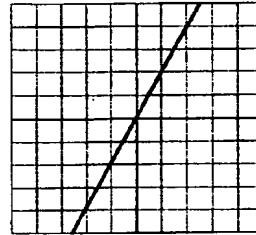
X: 0.5 V/div
Y: 50 μ A/div



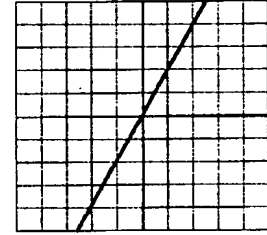
E



F



G



H

【手続補正書】

【提出日】平成6年1月28日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項1】 n型窒化ガリウム系化合物半導体層表面に形成された電極であって、前記電極が少なくともチタンとアルミニウムとの合金よりなるか、または前記電極が少なくともチタンとアルミニウムとが積層された多層膜よりなることを特徴とするn型窒化ガリウム系化合物半導体層の電極。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正内容】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、発光ダイオード、レーザーダイオード等の発光素子に用いられるn型窒化ガリウム系化合物半導体の電極に係り、特に、n型窒化ガリウム系化合物半導体と良好なオーミック接触が得られる電極に関する。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】A～Dはそれぞれ代表的なI-V特性を示す図であるが、アルミニウムにチタンを含有させた電極はA、Bに示すようにn型Ga_{0.5}N層と良好なオーミック接触が得られており、電極千個の内、A、Bのようなオーミック接触が確認されないものはなかった。一方、チタン単独、もしくはアルミニウム単独の電極は、C、Dに示すようにいずれにおいても良好なオーミック接触は得られず、千個の内、A、Bのようなオーミック接触が確認されたものは、Dの電極の方に数個あっただけである。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】E～Hに示す図は、TiとAlの含有率にかかわらず、全て良好なオーミック接触が得られていることを示しているが、特に、E、Gに示すTiを先に形

成した電極は千個全て、E、Gの図に示すようなオーミック接触が得られたが、F、Hに示すA1を先に形成した電極は、それぞれ数個、好ましいオーミック接触が得

られていないものが発見された。また、電極の変質は全ての電極について観察されなかった。